

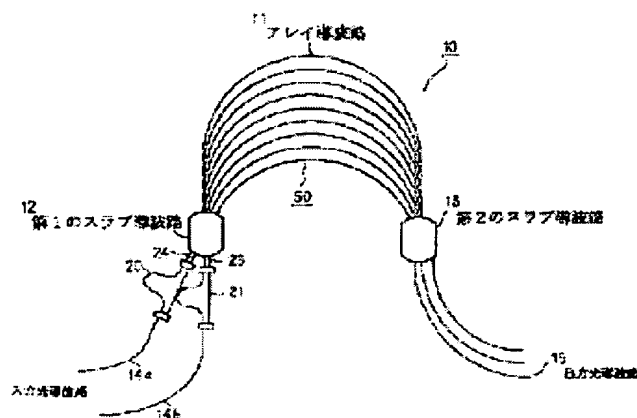
ARRAY WAVEGUIDE GRATING ELEMENT

Patent number: JP11109147
Publication date: 1999-04-23
Inventor: KAMITOKU MASAKI; YOSHIKUNI YUZO; SANJO HIROAKI
Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>
Classification:
- international: G02B6/12
- european:
Application number: JP19970268288 19971001
Priority number(s):

Abstract of JP11109147

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an array waveguide grating element in which the inconvenience of wavelength characteristic is solved, and an optional wavelength can be outputted to an optional port.

SOLUTION: This array waveguide grating element 10 is provided with an array waveguide 11, an optical waveguide circuit 50 having a first slab waveguide 12 and a second waveguide 13 provided on both sides of the array waveguide 11, and a waveguide type filter 20 having at least one light input part and at least two light output parts. The waveguide type filter 20 is provided in the front stage of the light waveguide circuit 50 to make the output lights from at least two output parts of the waveguide type filter 20 incident on the first slab waveguide 12.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 0 9 1 4 7

(43) 公開日 平成11年 (1999) 4月23日

(51) Int. Cl. ⁶
G 0 2 B 6/12

識別記号

F I
G 0 2 B 6/12 F

審査請求 未請求 請求項の数 4

OL

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平9-268288

(22) 出願日 平成9年 (1997) 10月1日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 神徳 正樹

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 吉國 裕三

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(72) 発明者 三条 広明

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

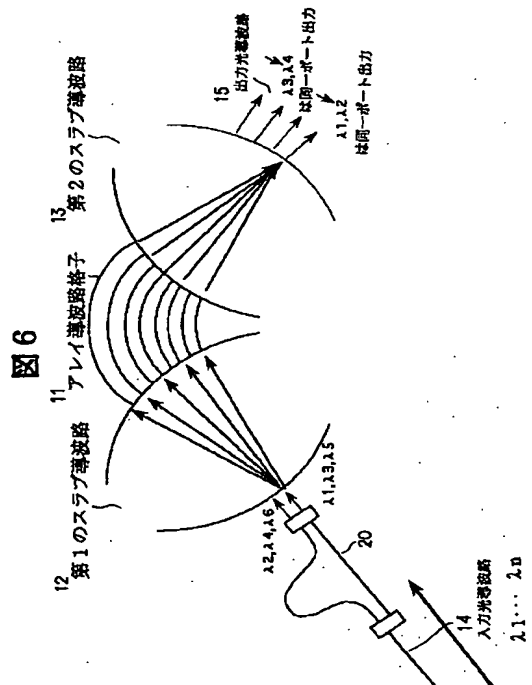
(74) 代理人 弁理士 秋田 収喜

(54) 【発明の名称】 アレイ導波路格子素子

(57) 【要約】

【課題】 波長特性の不自由さを解決し、任意のポートに任意の波長を出力することが可能なアレイ導波路格子素子を提供する。

【解決手段】 アレイ導波路 (11) と、前記アレイ導波路の両側に設けられた第一のスラブ導波路 (12) および第二のスラブ導波路 (13) とを有する光導波路回路 (50) と、少なくとも一つの光入力部と、少なくとも二つの光出力部とを有する導波路型フィルタ (20) とを具備するアレイ導波路格子素子 (10) において、前記導波路型フィルタを、前記光導波路回路の前段に設け、前記導波路型フィルタの少なくとも二つの光出力部からの出力光を、前記第一のスラブ導波路に入射する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アレイ導波路と、前記アレイ導波路の両側に設けられた第一のスラブ導波路および第二のスラブ導波路とを有する光導波路回路と、少なくとも一つの光入力部と、少なくとも二つの光出力部とを有する導波路型フィルタとを具備するアレイ導波路格子素子において、

前記導波路型フィルタを、前記光導波路回路の前段に設け、前記導波路型フィルタの少なくとも二つの光出力部からの出力光を、前記第一のスラブ導波路に入射することを特徴とするアレイ導波路格子素子。

【請求項2】 前記導波路型フィルタの分配周波数間隔と前記アレイ導波路格子素子のチャンネル間隔とを一致させ、かつ、前記アレイ導波路格子素子のピーク波長と前記導波路フィルタの分配ピーク波長を一致させたことを特徴とする請求項1に記載されたアレイ導波路格子素子。

【請求項3】 前記導波路型フィルタを、直列に二段以上接続したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載されたアレイ導波路格子素子。

【請求項4】 第一のアレイ導波路と、前記第一のアレイ導波路の両側に設けられた第一のスラブ導波路および第二のスラブ導波路とを有する第一の光導波路回路と、第二のアレイ導波路と、前記第二のアレイ導波路の両側に設けられた第三のスラブ導波路および第四のスラブ導波路とを有する第二の光導波路回路とを具備するアレイ導波路格子素子であって、

前記第一の光導波路回路を、前記第二の光導波路回路の前段に設け、前記第二のスラブ導波路からの出力光を、前記第三のスラブ導波路に入射することを特徴とするアレイ導波路格子素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信、光交換、光情報処理等に用いられるアレイ導波路格子素子に係わり、特に、任意のポートに任意の波長が出力できる多機能なアレイ導波路格子素子に関する。

【0002】

【従来の技術】光通信技術の高度化に伴い、大容量の通信を実現するために、波長多重(WDM)化された光信号を用いることが重要となってきている。こうした中、多重化された光の中から、必要とする波長を任意に抽出したり(バンドパスフィルタ)、必要な波長の信号のみ分離したり、また逆に必要な波長の光を追加したり(波長合分波)、波長に応じて出射経路を変更することができる(波長ルーター)機能を持つ素子はWDMシステムの中では非常に重要な役割を果たす。

【0003】アレイ導波路格子素子はフィルタ特性が急峻で高い消光比を有し、規則的な周期性を持ち、また、多入力・多出力ポートの構成であるので、容易に波長合

分波器や波長ルーターを構成できるなど、優れた特性を有しているため、WDM用集積部品の基本要素として期待されている。また、これらの素子は光の波長に応じて様々な処理を行えるため、光通信への応用だけに限らず、光信号処理など様々な用途がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】アレイ導波路格子素子は、優れた特性を有しているが、これらの信号処理に用いるためには、より多彩な機能を実現することが求められている。図10は、従来のアレイ導波路格子素子の概略構成の上面概観図を示す図である。同図に示すように、アレイ導波路格子素子70は、アレイ導波路11と、このアレイ導波路11の両側に設けられた第一のスラブ導波路12と第二のスラブ導波路13とを有し、第一のスラブ導波路12には少なくとも1本以上の入力光導波路14が、また、第二のスラブ導波路13には複数本の出力光導波路15が接続されている。

【0005】このアレイ導波路格子素子70の波長特性と問題点について、図11、図12を用いて説明する。

図11に示すように、このアレイ導波路格子素子70は、入力光導波路14から入射された光を波長に応じて分配するという機能を有している。ここで、各出力光導波路15から出射される光は $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n < \lambda_1' < \lambda_2' < \dots < \lambda_n'$ という関係を有しており、これが周期的に繰り返される。

【0006】このようにアレイ導波路格子素子70は規則性を有しているために、波長に応じた合分配器などには非常に適した特性をもっている。しかしながら、その規則性のために、各ポートに出力される波長は極めて制約されており、任意のポートに任意の波長を出射できるわけではない。

【0007】即ち、 $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n$ の一つの周期から一つのポートに出力できる波長はただ一つであり、例えば、図12(a)に示すように、いくつかの波長をまとめて一つのポートから出力することはできない。また、同様に出力光導波路15から出力される波長は $\lambda_1 < \lambda_2 < \dots < \lambda_n$ の関係を有しているために、図12(b)に示すように、これらの順序を入れ替えることもできないという問題点を有していた。

【0008】本発明は、前記従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、アレイ導波路格子素子において、波長特性の不自由さを解決し、任意のポートに任意の波長を出力することが可能となる技術を提供することにある。

【0009】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面によって明らかにする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、

下記の通りである。

【0011】第一のものは、アレイ導波路と、前記アレイ導波路の両側に設けられた第一のスラブ導波路および第二のスラブ導波路とを有する光導波路回路と、少なくとも一つの光入力部と、少なくとも二つの光出力部とを有する導波路型フィルタとを具備するアレイ導波路格子素子において、前記導波路型フィルタを、前記光導波路回路の前段に設け、前記導波路型フィルタの少なくとも二つの光出力部からの出力光を、前記第一のスラブ導波路に入射することを特徴とする。

【0012】第二のものは、第一のアレイ導波路と、前記第一のアレイ導波路の両側に設けられた第一のスラブ導波路および第二のスラブ導波路とを有する第一の光導波路回路と、第二のアレイ導波路と、前記第二のアレイ導波路の両側に設けられた第三のスラブ導波路および第四のスラブ導波路とを有する第二の光導波路回路とを具備するアレイ導波路格子素子であって、前記第一の光導波路回路を、前記第二の光導波路回路の前段に設け、前記第二のスラブ導波路からの出力光を、前記第三のスラブ導波路に入射することを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0014】なお、実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0015】〔実施の形態1〕図1は、本発明の実施の形態1のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。本実施の形態のアレイ導波路格子素子10は、アレイ導波路11と、このアレイ導波路11の両側に設けられた第一のスラブ導波路12および第二のスラブ導波路13とを有する光導波路回路50と、第一のスラブ導波路12の前段に設けられる導波路型フィルタ(20, 21)とを具備する。

【0016】導波路型フィルタ(20, 21)は、一本の入力光導波路(14a, 14b)と、少なくとも2本の出力光導波路(24, 25)とを有する。この導波路型フィルタ(20, 21)の少なくとも2本の出力光導波路(24, 25)は、第一のスラブ導波路12に接続される。また、第二のスラブ導波路13には複数本の出力光導波路15が接続される。

【0017】図2は、図1に示す導波路型フィルタの一例を示す上面概観図、図3は、図1に示す導波路型フィルタの他の例の概略構成を示す上面概観図である。図2に示す導波路型フィルタは、入力光導波路30からの光を2本の光路長の異なる光導波路(32, 33)に分岐する分岐部と、2本の光路長の異なる光導波路(32, 33)からの光を合波して2個の出力光導波路(34, 35)に出力する合波部とに、多モード干渉型カプラ31を使用したマッハツェンダー(M-Z)フィルタ(あ

るいは、マッハツェンダー型光干渉計)である。また、図3に示す導波路型フィルタは、図2に示す多モード干渉型カプラ31に代えて、方向性結合器36を使用したマッハツェンダー(M-Z)フィルタである。

【0018】この図2、図3に示す導波路型フィルタでは、2本の光導波路(32, 33)の光波長が異なり干渉現象を生じるため、図4に示すような波長特性を有している。この導波路型フィルタの極大もしくは極小となる波長の近傍に、入射光を配置してやれば、波長に応じて周期的に射出ポートを変えることができる。

【0019】図5は、従来のアレイ導波路格子素子70の動作原理を説明するための図である。従来のアレイ導波路格子素子70においては、入力光導波路14から入射した光は、第一のスラブ導波路12の領域で回折し、アレイ導波路11に分波される。アレイ導波路11の光路長は規則的に変化しているので、光路に応じて伝搬する光の位相がわずかながら変化する。そのため、第二のスラブ導波路13の領域の終端部で干渉した光は、光学プリズムのように、波長に応じて出力する位置を変化させる。

【0020】ここで、図5中矢印で示したように、入力光導波路14の位置をずらすと、第二のスラブ導波路13の領域の終端部で干渉する光は、入力光導波路14の位置の変化に応じて、その射出位置を変えることになる。

【0021】図6は、本実施の形態のアレイ導波路格子素子10の動作原理について説明するための図である。次に、図6を用いて、本実施の形態のアレイ導波路格子素子10の動作原理について説明する。なお、図6では、説明を簡単にするため出力ポートが二つの導波路型フィルタ20を例に挙げて説明する。

【0022】まず、入力光導波路14から入射した光は、導波路型フィルタ20を通ることによって、波長に応じて二つのポートに分岐される。光導波路回路50においては、図5に示したように、入射ポートの位置をシフトするとそれに応じて、射出される光の位置もシフトする。このため、隣接する波長の光、例えば、 λ_1 と λ_2 との波長を同一のポートに射出させることができる。

【0023】〔実施の形態2〕図7は、本発明の実施の形態2のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。本実施の形態2のアレイ導波路格子素子10は、導波路型フィルタ20の合波部(例えば、図2に示す多モード干渉型カプラ31)を、第一のスラブ導波路12に直接接合したものである。本実施の形態2においても、前記実施の形態1と同様な効果を得ることができる。

【0024】〔実施の形態3〕図8は、本発明の実施の形態3のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。本実施の形態3のアレイ導波路格子素子10は、導波路型フィルタ(20, 21, 22)を多段に

接続したものである。本実施の形態3のように、導波路型フィルタ（20, 21, 22）を多段に接続することにより、出力される波長の自由度が増す結果となるので非常に有効である。

【0025】前記各実施の形態において、これらの機能を実現するためには、図6に示すように、導波路型フィルタ20で分配される光の周波数間隔が、アレイ導波路格子素子10のチャンネル毎の周波数間隔と一致していることが望ましい。また、導波路型フィルタ20で分配された光が有効に射出されるためには、分配された光がアレイ導波路格子素子10の透過波長と一致していることが望ましい。

【0026】〔実施の形態4〕図9は、本発明の実施の形態4のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。本実施の形態4のアレイ導波路格子素子10は、第一のアレイ導波路11と、当該第一のアレイ導波路11の両側に設けられた第一のスラブ導波路12および第二のスラブ導波路13とを有する第一の光導波路回路50と、第二のアレイ導波路41と、当該第二のアレイ導波路41の両側に設けられた第三のスラブ導波路42および第四のスラブ導波路43とを有する第二の光導波路回路51とを具備する。ここで、第二のスラブ導波路13と第三のスラブ導波路42とは直接接続されている。

【0027】本実施の形態4のアレイ導波路格子素子10の動作原理は、前記実施の形態1と同様である。即ち、最初の第一の光導波路回路50は波長に応じて射出位置を変える。このことは、第二の光導波路回路51に対して、波長に応じて入射位置を変えていることによるため、同一のポートから多くの波長を射出することができる。

【0028】前記各実施の形態のアレイ導波路格子素子10では、導波路型フィルタ（20, 21, 22）もしくはアレイ導波路11の特性により、導波路型フィルタ（20, 21, 22）の周波数間隔に応じた不連続点を有するのに対して、本実施の形態の4のアレイ導波路格子素子10では、連続的なバンドパスフィルタを形成することができる。

【0029】図13は、本実施の形態1のアレイ導波路格子素子に類似した形状を有する、従来のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。次に、図13を用いて、前記実施の形態1のアレイ導波路格子素子に類似した形状を有する、従来のアレイ導波路格子素子について説明する。

【0030】図13に示すアレイ導波路格子素子60は、波長特性の平坦化を図るために考案された素子であるが、前記実施の形態1と同様、アレイ導波路11と、このアレイ導波路11の両側に設けられた第一のスラブ導波路12および第二のスラブ導波路13とを有する光導波路回路61と、第一のスラブ導波路12の前段に設

けられる導波路型フィルタ26とを具備する。

【0031】導波路型フィルタ26は、一本の入力光導波路14と、少なくとも2本の出力光導波路（27, 28）とを有する。また、第二のスラブ導波路13には複數本の出力光導波路15が接続されている。

【0032】しかしながら、図13に示すアレイ導波路格子素子60では、導波路型フィルタ26の1本の出力光導波路27のみが第一のスラブ導波路12に接続されている。即ち、図13に示すアレイ導波路格子素子60では、導波路型フィルタ26の出力の片側のポートのみを利用している点で、前記実施の形態1と相違する。

【0033】前記実施の形態1との相違を明確にするために、図13に示すアレイ導波路格子素子60の波長特性を、図14を用いて説明する。図13に示す導波路型フィルタ26は、図14（a）に示すように周期的に透過強度が異なる波長特性を有している。また、光導波路回路61は、図14（b）に示すような波長特性を有している。

【0034】そこで、導波路型フィルタ26と光導波路回路61との二つの波長特性を重ね合わせることによって、図14（c）に示すように、挿入損失とひきかえに波長の平坦化を行うことができる。つまり、光導波路回路61の波長特性を改善することができるわけであるが、前記実施の形態1が実現するように、多くの波長の光を多重化して射出したり、射出波長の順番を変えたりするなどの、多様な機能を実現することはできない。

【0035】なお、前記各実施の形態の説明においては、説明を簡単にするため、一本の入力光導波路（14, 14a, 14b）、及び二本の出力光導波路（24, 25）を有する導波路型フィルタ（20, 21, 22）について説明したが、これに限定されるものではなく、入力光導波路は一本以上、および出力光導波路は二本以上設けることも可能である。

【0036】さらに、前記各実施の形態は、材料系に依存しないため、本明細書では特に言及しなかったが、光導波路は、InP系、SiO₂系をはじめとして、光導波路を構成できる全ての材料系により形成することが可能である。

【0037】以上、本発明者によってなされた発明を、前記実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々変更可能であることは勿論である。

【0038】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、下記の通りである。

【0039】（1）本発明によれば、簡易な構成で自由な波長特性を実現することができるので、自由度の高い波長特性を有するバンドパスフィルタ／波長合分波器／

波長ルーター等を簡易な構成で形成することができる。

【0040】(2) 本発明によれば、大容量WDMシステムや光信号処理などで必要とされる、波長依存性を利用する様々なアプリケーションにおける基本素子として非常に重要な働きをさせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。

【図2】 図1に示す導波路型フィルタの一例の概略構成を示す上面概観図である。

【図3】 図1に示す導波路型フィルタの他の例の概略構成を示す上面概観図である。

【図4】 図2、図3に示す導波路型フィルタの波長特性を示すグラフである。

【図5】 従来のアレイ導波路格子素子の動作原理を説明するための図である。

【図6】 本実施の形態1のアレイ導波路格子素子の動作原理を説明するための図である。

【図7】 本発明の実施の形態2のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。

【図8】 本発明の実施の形態3のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。

【図9】 本発明の実施の形態4のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。

【図10】 従来のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。

【図11】 従来のアレイ導波路格子素子の特性について説明するための図である。

【図12】 従来のアレイ導波路格子素子の問題点について説明するための図である。

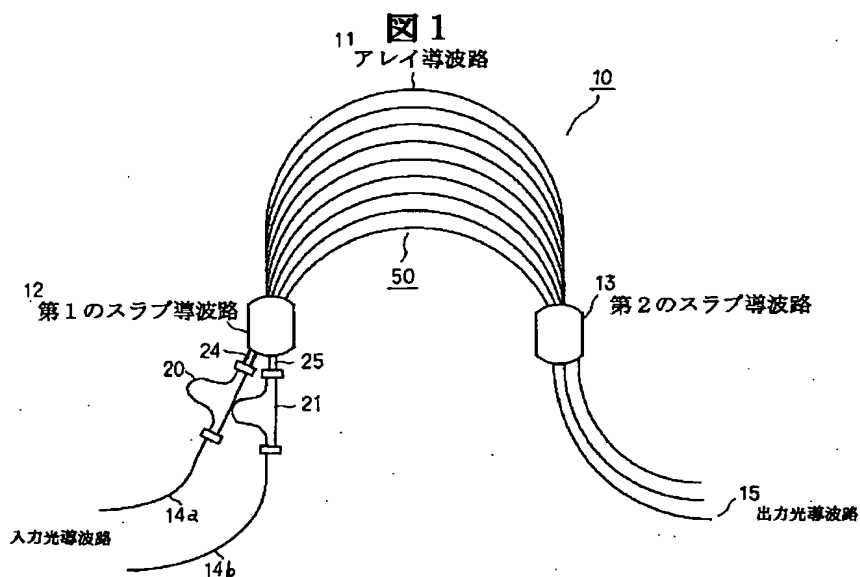
【図13】 本実施の形態1のアレイ導波路格子素子に類似した形状を有する、従来のアレイ導波路格子素子の概略構成を示す上面概観図である。

【図14】 図13に示すアレイ導波路格子素子の波長特性を示すグラフである。

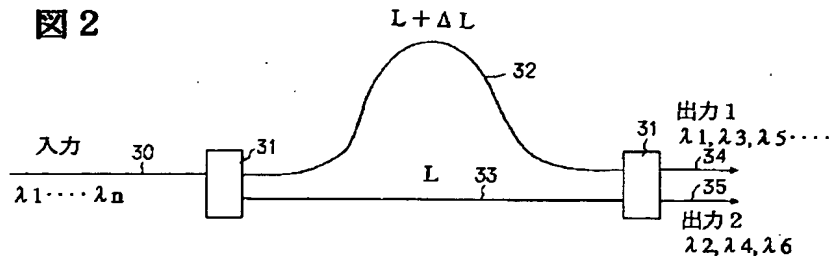
【符号の説明】

10, 60, 70…アレイ導波路格子素子、11, 41…アレイ導波路、12, 13, 42, 43…スラブ導波路、14, 14a, 14b, 30…入力光導波路、15, 24, 25, 27, 28, 34, 35…出力光導波路、20, 21, 22, 26…導波路型フィルタ、31…多モード干渉型カプラ、32, 33…光導波路、36…方向性結合器、50, 51, 61…光導波路回路。

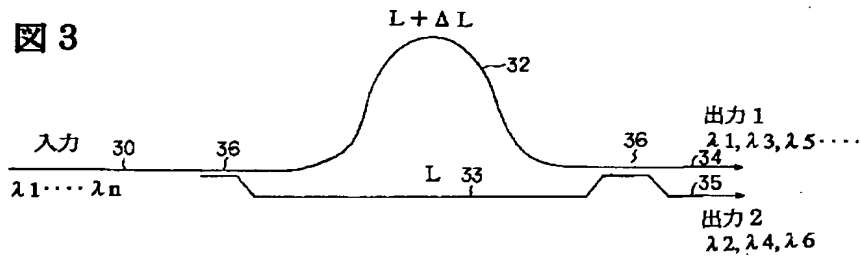
【図1】



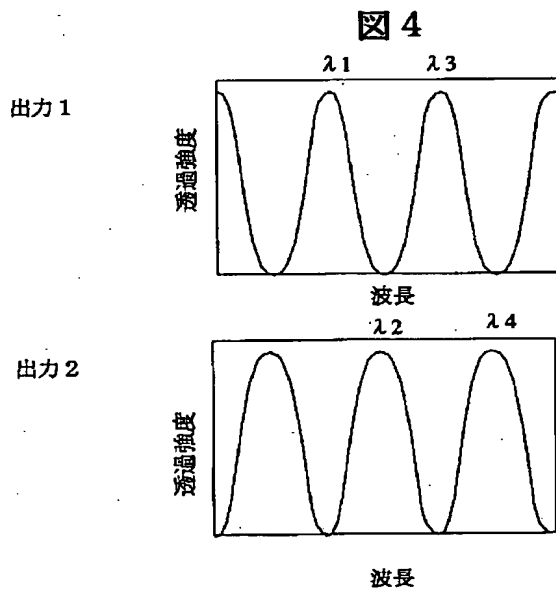
【図 2】



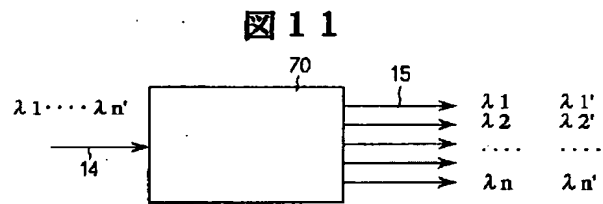
【図 3】



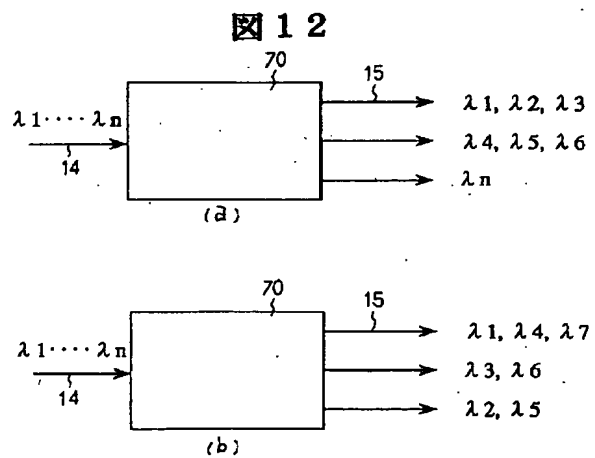
【図 4】



【図 11】

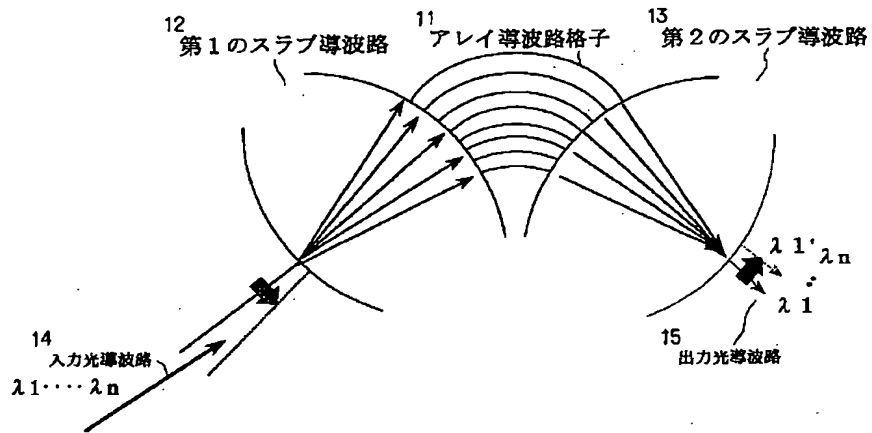


【図 12】



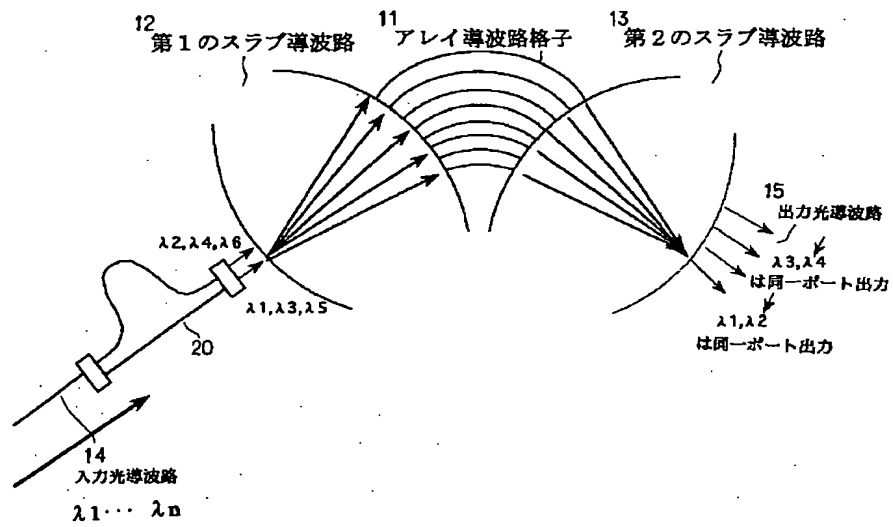
【図5】

図5

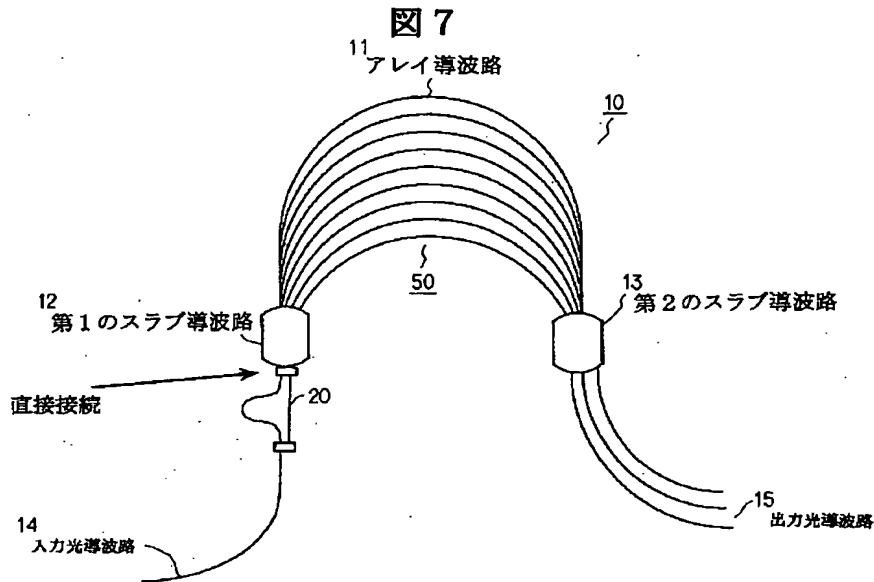


【図6】

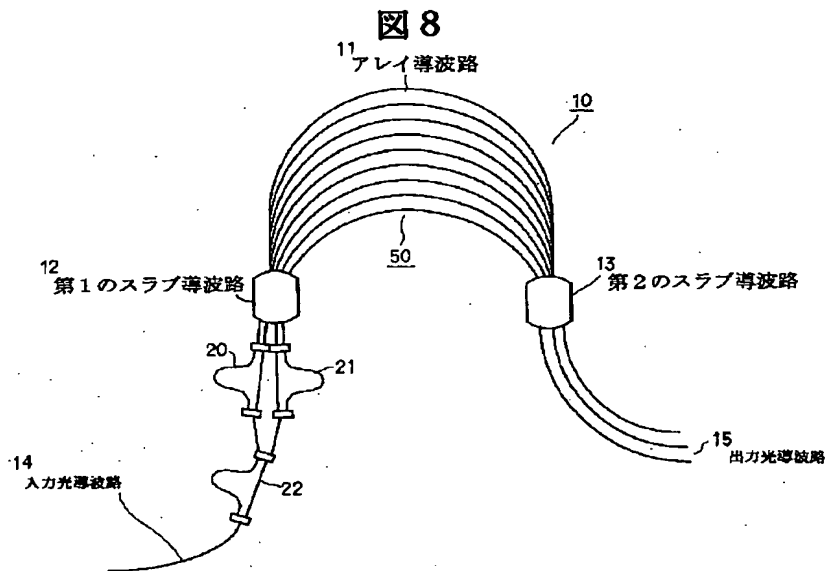
図6



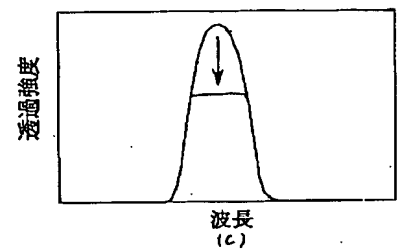
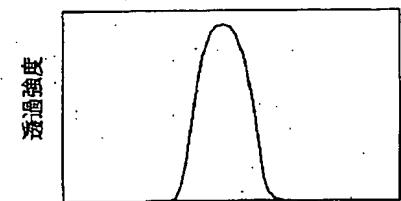
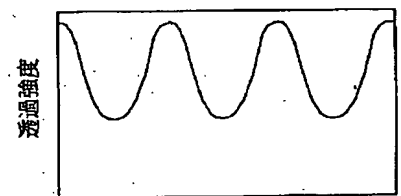
【図 7】



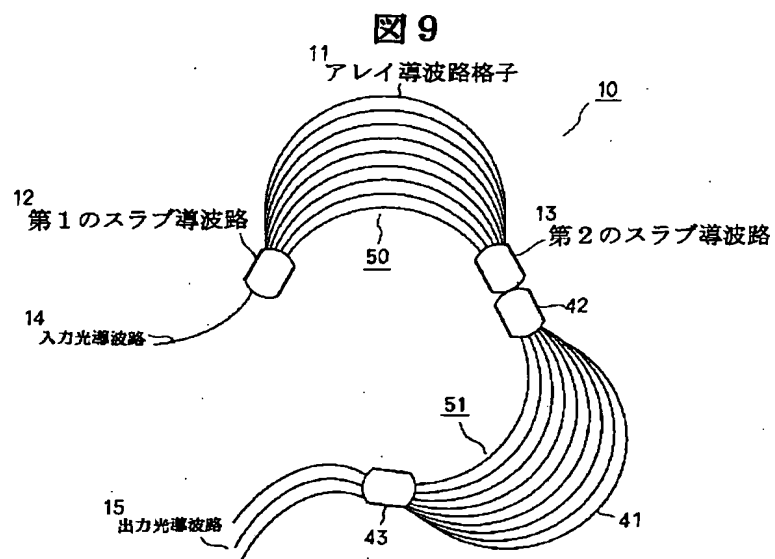
【図 8】



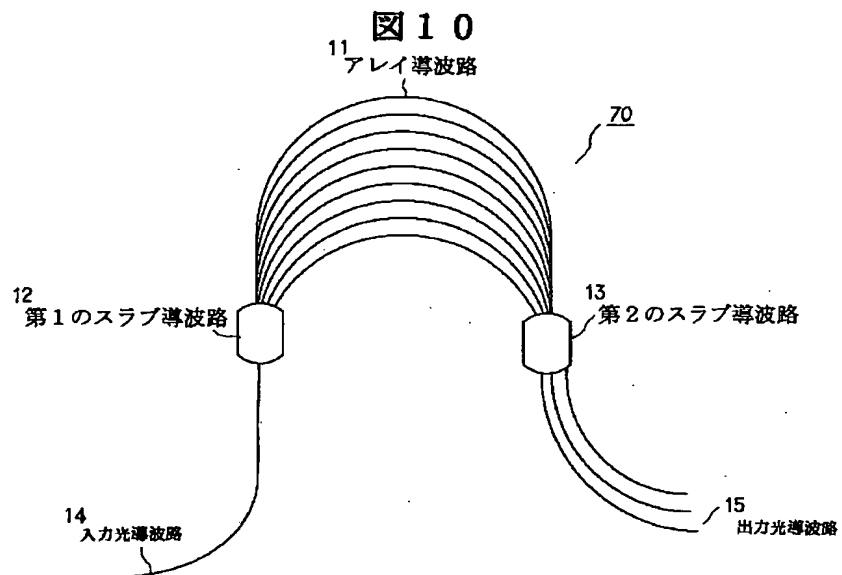
【図 14】

図 14

【図 9】



【図 10】



【図 13】

図 13

